

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B2)

(11)特許番号

特許第3416024号

(P3416024)

(45)発行日 平成15年6月16日(2003.6.16)

(24)登録日 平成15年4月4日(2003.4.4)

(51)Int.Cl.
H 01 L 31/04
C 09 D 1/00
5/00
7/12
G 02 B 1/11

識別記号

F I
C 09 D 1/00
5/00
7/12
H 01 L 31/04
G 02 B 1/10

M
Z
F
A

請求項の数 5(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-150167
(22)出願日 平成9年5月23日(1997.5.23)
(65)公開番号 特開平10-326903
(43)公開日 平成10年12月8日(1998.12.8)
審査請求日 平成12年8月4日(2000.8.4)

前置審査

(73)特許権者 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(72)発明者 長野 勉
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内
(74)代理人 100077780
弁理士 大島 泰甫 (外3名)
審査官 濱田 聖司
(56)参考文献 特開 平2-180081 (JP, A)
特開 平6-97475 (JP, A)
特開 昭64-9277 (JP, A)
特開 昭62-260372 (JP, A)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 薄膜太陽電池における微粒子塗布膜

1
(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】複数種類の微粒子とバインダーとを混合させた混合液を基体上に塗布することにより成膜され、表面に前記微粒子による凹凸が形成され、前記バインダーはシリコンアルコキシドを成分の1つとした薄膜太陽電池における微粒子塗布膜において、少なくとも1種類の微粒子はSiO₂とされ、他の微粒子はTiO₂, Al₂O₃, ZrO₂, ITO, SnO₂またはMgF₂のうちの少なくとも1つとされ、前記凹凸の高低差が100～500nmであり、前記微粒子の粒径が10～90nmであることを特徴とする薄膜太陽電池における微粒子塗布膜。

【請求項2】前記バインダーと全ての微粒子との質量比が1:1～1:10であることを特徴とする請求項1記載の薄膜太陽電池における微粒子塗布膜。

2
【請求項3】前記基体がプラスチック基体とされたことを特徴とする請求項1または2記載の薄膜太陽電池における微粒子塗布膜。

【請求項4】請求項1ないし3のいずれかに記載の微粒子塗布膜が入射光を閉じ込めるための光拡散層として設けられたことを特徴とする薄膜太陽電池。

【請求項5】前記微粒子塗布膜が透光性基体と透明導電膜との間に形成されたことを特徴とする請求項4記載の薄膜太陽電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、太陽電池、光センサーまたは表示素子等に適用され、複数種類の微粒子とバインダーとを混合させた混合液を基体上に塗布することにより成膜される微粒子塗布膜に関する。

(2)

3

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】従来より、太陽電池、光センサー、表示素子等の光電変換素子においては、微粒子を含む塗布液により基体表面に形成された凹凸によって、入射した光の反射を防止したり、入射した光を散乱させることにより非晶質半導体層等に閉じ込めて光を吸収し変換効率を高めたりしている。この凹凸を形成する方法としては、直接、基体に凹凸を形成する方法、あるいは表面に凹凸を有する膜を基体上に形成する方法等がある。

【0003】直接、基体に凹凸を形成する方法としては、例えば、サンドブラスト等の砥粒を基体に吹きつけるといった方法がある。一方、表面に凹凸を有する膜を基体上に形成する方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法等の化学的気相法または物理的気相法等がある。しかし、従来の真空蒸着法やスパッタリング法は、高真空チャンバーを必要とする等、装置コストが高く、また、一定の膜質を保った状態で薄膜の大面積化が困難であるという問題点があった。

【0004】また、表面に凹凸を有する膜を基体上に形成する他の方法として、微粒子の混入されたコーティング液を塗布するという方法が、例えば、特開平2-180081号公報に開示されている。この公報に記載の方法では、有機シリケートを主成分とするコーティング材の中に平均粒径が0.1~0.9μmの絶縁性微粒子を含む原料を用い、これを硬化させたシリカ被膜からなる絶縁膜を金属基体上に形成している。

【0005】絶縁膜のコーティング材に含まれる絶縁性微粒子には、 SiO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 の少なくとも1つが用いられ、上記絶縁膜は、これらの金属酸化物等の微粒子によって表面に凹凸が形成された膜になる。その後、背面電極、非晶質半導体層、透明導電膜および保護膜を順次形成して非晶質半導体太陽電池としている。

【0006】上記方法では、太陽電池に入射した光がこの凹凸により散乱をおこし、非晶質半導体層での光閉じ込め効果を得ることができる。

【0007】しかしながら、上記のように、バインダー(結合剤)として有機シリケートを用い、微粒子として SiO_2 のみを用い、バインダーおよび微粒子を混合した混合液を作製し、その混合液を基体上に塗布し硬化させると、硬化を目的とした焼成の段階で微粒子がバインダー中に組み込まれるため、表面の凹凸は形成されにくくなる。

【0008】また、上記のようなバインダーおよび微粒子を用いると、応力分散剤としての効果が小さいため、膜厚が0.2μm以上の場合、クラック(亀裂)が発生するという問題点がある。また、膜厚が0.2μm以下の場合でも、表面の凹凸の平均的な高低差は200nm程度となるが、密着強度の高い膜を形成することはでき

(2)

4

ない。

【0009】一般に、上記凹凸は上述したように光閉じ込め効果を得ることができるが、特に高低差が100~500nm程度の凹凸は、入射光の拡散を高め、太陽電池のエネルギー変換効率を向上させるという光拡散効果を奏すことができる。ところが、 SiO_2 からなる微粒子のみをバインダーと混合させた混合液を塗布すると、クラックの発生がなくかつ高低差が100~500nm程度の凹凸を有するような塗布膜を得ることができないという問題点があった。

10

【0010】一方、バインダーとして有機シリケートを用い、微粒子として TiO_2 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 のいずれかのみを用い、その微粒子とバインダーとを混合させて塗布膜を形成する場合、応力分散剤としての効果は得られるため、膜厚が1μm程度までならクラックの発生を抑えることは可能である。しかし、この塗布膜では、膜表面で微粒子が凝集をおこし、基体との密着強度が低下するという問題点があった。

20

【0011】また、このとき、微粒子として粒径が100nm以上のものを使用すると、膜を硬化させるための乾燥、焼成の工程で微粒子の凝集がおこるため、高低差が数百nm程度の凹凸を得ることができなかったり、凹凸の大きさが不均一になったりするという問題点があった。

20

【0012】ところで、微粒子が混入されたコーティング膜を塗布することにより、反射防止や帯電防止といった機能をもたせた膜の研究は、これまでにも数多く行われてきている。特に、微粒子膜の外表面に微細凹凸を形成して透明性の板表面の反射率を低減する膜(反射防止膜)は、古くから研究されており、カメラ、メガネ等のレンズ、最近ではVDT(Visual Display Terminal)等の反射防止フィルタ等にも用いられている。

30

【0013】上記反射防止膜を得る方法は、例えば、特開平3-150501号公報に開示されている。この公報によれば、2種類以上の無機酸化物より構成されるコンポジットな粒状物であって、2種類以上の酸化物が相互に入り混じっているか、または一方の無機酸化物が他方の無機酸化物に包含される粒状構造を形成する、平均粒径が0.1μm以下の微粒子を用いている。

40

【0014】上記微粒子は、少なくとも1種類の無機酸化物が反射防止機能を有し、他の無機酸化物が導電機能を有している。このような微粒子を主体とする薄膜を基体上に形成した後、エッチング処理を行い、薄膜表面に微細な凹凸を形成する。この場合、形成される表面の凹凸は0.1μm以下とされている。

50

【0015】上記のように微粒子を主体とする薄膜を基体上に形成した後、エッチング処理を行うことで、薄膜表面に微細な凹凸を形成するという方法では、エッチングというプロセスが増えるだけでなく、用いられる基体はエッチングの影響を受けないものに限定されるという

(3)

5

問題点があった。また、この場合、薄膜表面の凹凸が100nm以下では防眩膜としての反射防止効果を得ることはできても、十分な光拡散効果は得られないという問題点があった。

【0016】本発明は、上記問題点に鑑み、十分な光拡散効果が得られ、基体との密着強度が高く、クラックの発生のない微粒子塗布膜の提供を目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明による課題解決手段は、複数種類の微粒子とバインダーとを混合させた混合液を基体上に塗布することにより成膜され、表面に微粒子による凹凸が形成された微粒子塗布膜において、バインダーにシリコンアルコキシドが用いられ、微粒子にSiO₂が用いられる。そして、他の微粒子に、TiO₂、Al₂O₃、ZrO₂、ITO、SnO₂またはMgF₂のうちのいずれかが用いられる。

【0018】このような構成にすれば、十分な光拡散効果を得ることができると、基体との密着強度が高く、クラックの発生のない微粒子塗布膜とができる。

【0019】また、この場合、凹凸の高低差が100～500nmであったり、微粒子の粒径が10～90nmであったり、バインダーと全ての微粒子との質量比が1:1～1:10であったりすることが光拡散効果を得る上で望ましい。

【0020】また、上記微粒子塗布膜を入射光を閉じ込*

Si(OCH ₃) ₄	25g (0.12mol)
C ₂ H ₅ OH	37.6g(0.82mol)
H ₂ O	24.1g(1.31mol)
HC1	0.3g(0.0082mol)

また、微粒子塗布膜2では、他の微粒子BにTiO₂（酸化チタン）が用いられている。なお、他の微粒子BにはTiO₂の代わりに、Al₂O₃（酸化アルミニウム）、ZrO₂（酸化ジルコニウム）、ITO（酸化インジウム錫）、SnO₂（酸化錫）またはMgF₂（フッ化マグネシウム）等のうちのいずれか1つあるいは複数種類が用いられてもよい。上記他の微粒子Bを用いることにより、透光性の高い微粒子塗布膜2を得ることができる。

【0025】このように、微粒子A、BをバインダーCに混合させることにより微粒子塗布膜2の表面に微細な凹凸が形成される。この凹凸によって、例えば、太陽電池に入射した光は散乱をおこし、微粒子塗布膜2は、いわゆる光拡散層として機能する。そのため、非晶質半導体層4での光閉じ込め効果を得ることができる。さらに、凹凸の高低差は100～500nmが好ましく、このような凹凸を形成すれば、光拡散効果が得られ、太陽電池のエネルギー変換効率を向上させることができる。また、この凹凸によって、ガラス基体1との密着強度が

6

*めるための光拡散層として、特に、ガラス基体やプラスチック基体等の透光性基体と透明導電膜との間に形成して、太陽電池のような光電変換素子に適用してもよい。あるいは、微粒子塗布膜を透光性基体に塗布した光拡散体に適用してもよい。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して詳細に説明する。

【0022】図1は、本発明の一実施形態にかかる微粒子塗布膜が適用された薄膜太陽電池の概略断面を示す図である。この薄膜太陽電池は、ガラス基体1、微粒子塗布膜2、透明導電膜3、非晶質半導体層4であるp層5、i層6、n層7、裏面電極8および金属薄膜裏面電極9が積層されて構成されている。

【0023】微粒子塗布膜2は、複数種類（図1では2種類）の微粒子A、BとバインダーCとを混合させた混合液をガラス基体1上に塗布されて形成されたものである。バインダーCの成分の1つにはシリコンアルコキシドが用いられ、複数種類の微粒子のうち1種類の微粒子AにSiO₂が用いられている。このように、微粒子AにSiO₂を用いることにより、低コストでかつ比較的低温での薄膜形成が可能となる。ここで、バインダーの組成構成を表1に示す。

【0024】

【表1】

高く、クラックの発生のない微粒子塗布膜2を形成することができる。

【0026】なお、微粒子Aの粒径は10～90nmがより好ましい。これは、粒径が10nmより小さい、あるいは90nmより大きいものを用いると、微粒子Aの凝集により凹凸の高低差が500nmより大きくなつて、全体的に不均一になるためである。

【0027】次に、微粒子塗布膜2の作製方法について説明する。ここでは、まず、微粒子A、Bを分散媒中に分散させて微粒子分散液を作製する。この場合、2種類の微粒子A、Bをそれぞれの分散液中に分散させ作製した後、それぞれの分散液を混合してもよいし、1つの分散液中に2種類の微粒子A、Bを分散させてもよい。

【0028】ここで、分散に必要な溶媒としては、水、アルコール類またはエタノール類等の有機溶媒を使用する。微粒子A、Bを分散液中に分散させる方法としては、ボールミル、ビーズミル、超音波振動またはスターラー等を用いる。

(4)

7

【0029】また、分散液中で微粒子A、Bが凝集して2次粒子の粒径が大きくなったり、巨大化して沈殿したりするのを防ぐために、カップリング剤を使用してもよい。カップリング剤としては、シラン系、チタン系、アルミニウム系、ジルコニウム系またはマグネシウム系等を用いることができる。あるいは、界面活性剤等を使用してもよい。

【0030】次に、このようにして作製したSiO₂の微粒子分散液（微粒子の平均粒径20nm、固形分10質量%、分散媒エチルアルコール）、およびTiO₂の微粒子分散液（微粒子の平均粒径15nm、固形分10質量%、分散媒エチルアルコール）とバインダーCとを混合させる。

【0031】混合液中のそれぞれの微粒子分散液とバインダーCとの質量比は、SiO₂の微粒子分散液：TiO₂の微粒子分散液：バインダーC=1:1:2である。すなわち、混合液中の2種類の微粒子A、Bの合計質量とバインダーCの質量との比は、微粒子分散液中の固形分：バインダーC=1:1の割合で一定とされている。なお、微粒子A、Bの合計質量とバインダーCの質量との比としては、1:1~10:1程度の割合であることがより望ましい。なぜなら、微粒子分散液中の固形分の質量比が1:1より小さいと、塗布膜表面の凹凸が形成されにくく、10:1より大きいとガラス基体1に混合液が密着しにくくなるからである。

【0032】なお、2種類の微粒子A、BとバインダーCとを混合させる場合、微粒子A、Bに対してそれぞれの分散液を作製して混合させる代わりに、2種類の微粒子A、Bを直接バインダーC中に分散させるという方法でもよい。混合させた後は、スターラー等を使用して攪拌すると微粒子A、Bが混合液全体に均一に分散する。

【0033】次いで、混合液をガラス基体1の上に公知の方法、例えばスピントロート法、ディップコート法、スプレーコート法、ロールコート法、スクリーン印刷法、カーテンコート法またはワイヤーバーコート法等で塗布する。

【0034】なお、ガラス基体1の形状は、平面、曲面を問わず、どのような形状でもよい。また、基体の材料としては、ガラスの他に、透光性を有するフィルム、金属等を使用することができる。

【0035】ガラス基体1上に塗布を行った後、乾燥、硬化を行う。この方法としては加熱法を用いる。具体的には、混合液をガラス基体1上に室温、大気中で、例えばスピントロート法により1000rpmの回転速度で90秒間かけて塗布し、その後、大気中で100℃、15分間の加熱後さらに昇温し、300℃、20分間の加熱を行う。なお、加熱雰囲気は、大気中の代わりに、不活性雰囲気中（例えば、N₂雰囲気中）、還元雰囲気中

8

（例えば、H₂を含有するN₂雰囲気中）または真空中でもあってもよい。

【0036】得られた微粒子塗布膜2の特性は、膜厚約0.5μm、可視光領域での光透過率85~90%、ヘーズ率12.5%であった。ここで、ヘーズ率とは疊り度のことであり、直進透過光に対する拡散透過光の割合を示す値（単位：%）である。

【0037】そして、微粒子塗布膜2の表面形状をSTM（Scanning Tunneling Microscope）を用いて測定すると、微粒子塗布膜2の凹凸の高低差が約100~500nmの透明な膜を観察することができた。図2に、微粒子塗布膜2の表面の状態を示す。

【0038】図3は、SiO₂およびTiO₂の合計質量に対するTiO₂の質量の割合と、微粒子塗布膜2表面に形成された凹凸の高低差との関係を示す図である。ここで、膜厚は約600nmとしている。

【0039】実験によると、TiO₂の質量比が小さくなるほど、すなわち、SiO₂の質量比が大きくなるほど、ガラス基体1と微粒子塗布膜2との密着性が向上した。また、SiO₂の質量比が大きくなるほど、凹凸の高低差は小さくなり、微粒子がSiO₂のみとなった場合、微粒子塗布膜2にクラックの発生が観察された。また、逆に、TiO₂の質量比が大きくなるほど、凹凸の形状が大きくなる傾向にあることが観察され、微粒子がTiO₂のみとなった場合、微粒子塗布膜2のガラス基体1からの剥離が観察された。

【0040】なお、ガラス基体1に代えてプラスチック基体を使用して、上述したような方法で成膜を行ったところ、表面の凹凸の高低差が100~500nmでヘーズ率13.1%となる微粒子塗布膜を得た。この場合の膜厚は約600nmであった。このように、プラスチック基体に形成された微粒子塗布膜でも光拡散層として使用することが可能となる。

【0041】次に、図1に示した微粒子塗布膜2が適用された薄膜太陽電池の作製手順を説明する。ガラス基体1上に、凹凸を有する微粒子塗布膜2を作製し、次いで、例えば、スパッタリング法により透明導電膜3を形成する。上記スパッタリング法に代えて蒸着法やCVD法を用いてもよい。また、透明導電膜3の原料としては、ITO、SnO₂またはZnO（酸化亜鉛）等を用いることができる。

【0042】その後、プラズマCVD装置等で非晶質半導体層4のp層5、i層6、n層7を形成する。この場合、p層5は150nm、i層6は500nm、n層7は350nmの膜厚に形成する。各層の形成条件の一例を表2に示す。

【0043】

【表2】

(5)

9

10

	基板温度 (°C)	パワー (W/cm²)	圧力 (Torr)	ガス流量 (sccm)
p層	170	0.5	0.25	SiH₄:1, H₂:100, B₂H₆:0.01
i層	170	0.1	0.12	SiH₄:42, H₂:14
n層	170	0.5	0.25	SiH₄:1, H₂:100, PH₃:0.01

次いで、裏面電極8としてスパッタリング法によりZnOを膜厚約50nm、金属薄膜裏面電極9としてAg(銀)を膜厚約500nmで製膜した。

【0044】以上のようにして、薄膜太陽電池を形成し、面積1cm²、AM1.5における特性を測定した。具体的な数値を示すと、短絡電流I_{sc}=16.8mA/cm²、開放電圧V_{oc}=0.94V、フィル・ファクターF、F=0.75、出力電圧P_{max}=11.8mW/cm²、光電変換効率η=11.8%が得られた。

【0045】短絡電流は、表面の凹凸の形成を行わなかった薄膜太陽電池と比較して、30%上昇していた。また、凹凸の高低差が100~500nmの薄膜太陽電池においては、短絡電流が16.2~16.98mA/cm²という値が得られ、変換効率を向上することができた。また、同じ条件で薄膜太陽電池を100枚作製してみたところ、97%という高い歩留まりを得ることができた。

【0046】また、これらの薄膜太陽電池と比較するために、バインダーと2種類の微粒子の合計質量比を一定にし、SiO₂とTiO₂との質量比を変えて作製した微粒子塗布膜を用いた薄膜太陽電池を作製した。そして、面積1cm²、AM1.5における特性を測定した。

【0047】SiO₂とTiO₂との質量比が50%の場合、微粒子塗布膜2を形成しなかった場合と比較して、短絡電流の値は30%上昇した。しかし、TiO₂の割合が20%の場合、短絡電流の値は5%程度しか上昇しなかった。これは、微粒子塗布膜2の凹凸の高低差が50nm程度と小さいため、光拡散効果が得られなかつたためである。そして、微粒子がSiO₂のみになると、微粒子塗布膜2にクラックが発生し、可視光領域におけるガラス基体1の透過率が50~60%程度に低下し、短絡電流の値は25%低下した。

【0048】逆に、TiO₂の質量の割合が80%の場合、凹凸の高低差が600nm程度と大きくなり、光拡散効果はあるが同時にリーケの原因ともなり、開放電圧が17~20%程度減少した。そして、同じ条件で薄膜太陽電池を100枚作製したところ、歩留まりも63%しか得られなかつた。

【0049】なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で上記実施形態に多く

の修正および変更を加え得ることができる。例えば、上記の実施形態では微粒子塗布膜を薄膜太陽電池に適用させて説明したが、薄膜太陽電池に限らず、光センサーや表示素子等に適用することができる。

【0050】また、上記薄膜太陽電池に適用された微粒子塗布膜2の形成位置は上記に限らず、例えば図4に示すように、非晶質半導体層4と裏面電極8との間に形成してもよい。この構成においても上記薄膜太陽電池と同様の光拡散効果を得ることができる。なお、図中、10は保護層である。

【0051】また、微粒子塗布膜2をガラス基体やプラスチック基体等の透光性基体1上に塗布することにより、図5に示すような光拡散体として用いることもできる。これは、例えばブラウン管の表面、カメラ、メガネのレンズまたはVDTの反射防止フィルタ等に使用することができる。

【0052】また、バインダーには、その成分の1つにTiO₂、Al₂O₃、ZrO₂、ITO、SnO₂またはMgF₂等が用いられてもよい。

【0053】

【発明の効果】以上のように、本発明によると、複数種類の微粒子とバインダーとを混合させた混合液を基体上に塗布して微粒子塗布膜を形成する場合に、バインダーの成分の1つにシリコンアルコキシドを用い、微粒子にSiO₂を用い、他の微粒子に、TiO₂、Al₂O₃、ZrO₂、ITO、SnO₂、MgF₂のうちいずれかを用いるので、表面に光拡散効果のある凹凸が形成され、その凹凸により基体との密着強度が高く、クラックの発生のない微粒子塗布膜を提供することができる。

【0054】また、バインダーの成分の1つにシリコンアルコキシドを用い、微粒子にSiO₂を用いた微粒子塗布膜とすることにより、低コストでかつ比較的低温での薄膜形成が可能となる。また、他の微粒子に、TiO₂、Al₂O₃、ZrO₂、ITO、SnO₂、MgF₂のうちいずれかを使用することにより、透光性が高い微粒子塗布膜を得ることができ、透光性の必要な条件下で使用することができる。

【0055】また、凹凸の高低差が100~500nmとなる微粒子塗布膜とすることにより、十分な光拡散効果を得ることができる。

(6)

11

【0056】また、微粒子に10～90nmの粒径のものを用いたり、微粒子とバインダーとの質量比を1：1～10：1にすることにより、高低差が100～500nmでかつ形状の小さい凹凸を有する微粒子塗布膜を提供することができる。

【0057】また、上記の微粒子塗布膜を、例えば、太陽電池等の光電変換素子に適用すれば、入射光を閉じ込めるための光拡散層として十分な光拡散効果を得ることでき、歩留まりのよい光電変換素子等を製造できる。特に、微粒子塗布膜をガラス、プラスチック基体等の透光性基体と透明導電膜との間に形成すると、光電変換素子の変換効率を向上させることができる。

【0058】また、上記の微粒子塗布膜を透光性基体に塗布することにより、光拡散効果の大きい光拡散体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る微粒子塗布膜が適用

12

される薄膜太陽電池の概略断面を示す図

【図2】微粒子塗布膜の表面の状態を示す図

【図3】 TiO_2 および SiO_2 の合計質量に対する TiO_2 の質量の割合と、微粒子塗布膜表面に形成された凹凸の高低差との関係を示す図

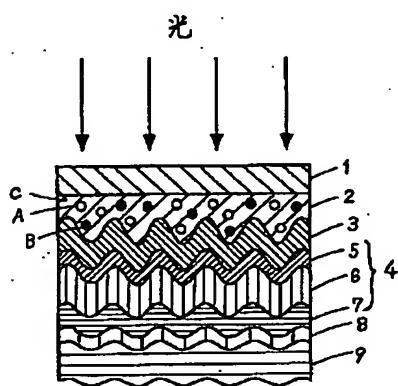
【図4】他の実施形態に係る薄膜太陽電池の概略断面を示す図

【図5】本発明の微粒子塗布膜が透光性基体上に塗布された光拡散体を示す図

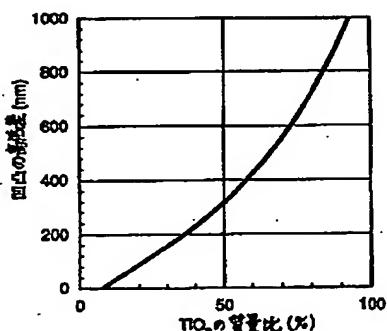
【符号の説明】

- 1 ガラス基体
- 2 微粒子塗布膜
- 3 透明導電膜
- 4 非晶質半導体層
- A, B 微粒子
- C バインダー

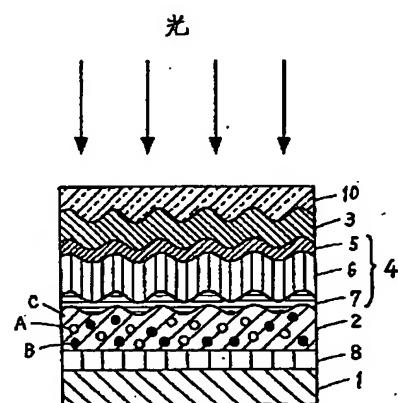
【図1】



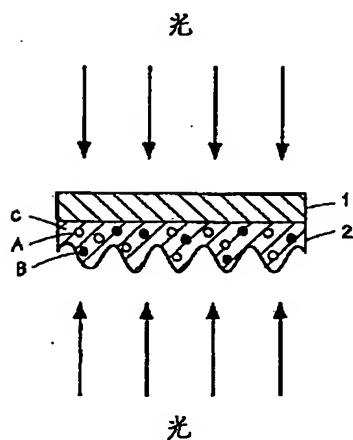
【図2】



【図4】

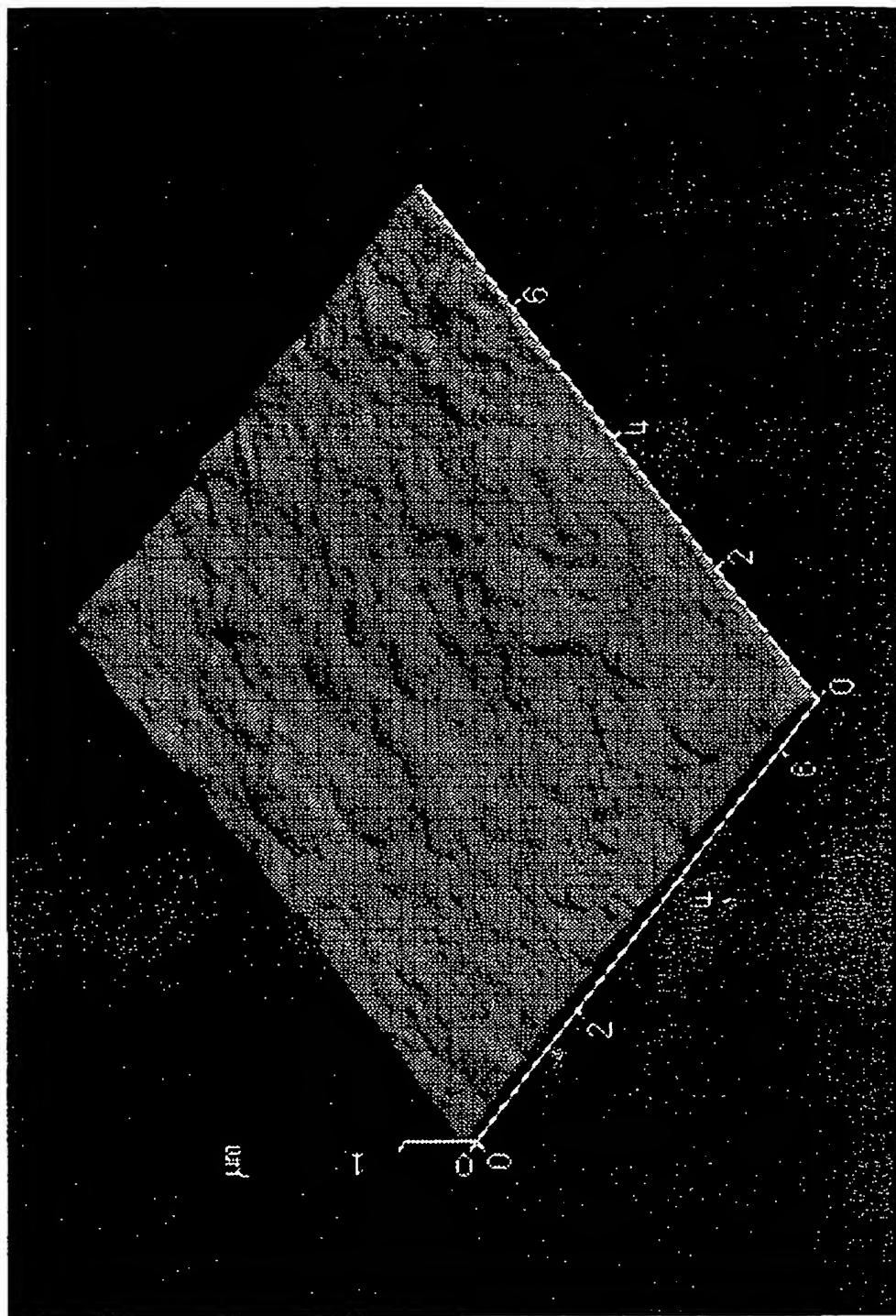


【図5】



(7)

【図2】



(8)

フロントページの続き

(58) 調査した分野(Int. Cl. 7, DB名)

H01L 31/04 - 31/078

C09D 1/00 - 10/00

G02B 1/11 - 1/12